

Pengaruh Zeolit terhadap Logam Berat dan Bahan Kimia Terlarut pada Air Tanah: Studi Kasus Areal Permukiman Darmaga Bogor Jawa Barat

Dwita Siallagan¹ dan Suwardi²

¹ Mahasiswa Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

² Staf Pengajar Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Kampus Darmaga IPB, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB-Bogor 16680,
Telp. 0251-629360, Fax. 629358, E-mail: dwie_tha@yahoo.com

ABSTRAK

Sanitasi lingkungan yang buruk di daerah permukiman mahasiswa di Darmaga mengakibatkan kualitas air tanah menurun, padahal air tanah merupakan sumber air utama di daerah tersebut. Parameter fisik, kimia dan biologi kualitas air tanah menunjukkan kondisi air tanah yang dikonsumsi masyarakat pada beberapa lokasi telah tercemar rembesan bahan organik dari septic tank, padatan tersuspensi seperti partikel-partikel tanah yang berasal dari pengikisan dinding sumur dan logam-logam berat (besi dan mangan). Kadar logam berat seperti besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur berturut-turut sebesar 0,0066-0,1657 mg/l dan 0,035-0,072 mg/l. Sedangkan pada air limbah kandungan besi dan mangan berturut-turut sebesar 0,2193-0,7102 mg/l dan 1,90-4,70 mg/l. Padatan tersuspensi pada air tanah maupun air limbah rumah tangga berturut-turut sebesar 8-24 mg/l dan 44-24 mg/l. Secara kimia bila dibandingkan dengan standar baku air minum, kadar besi dan mangan pada air tanah masih berada pada batas yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,3 mg/l dan 0,1 mg/l, namun secara fisik kondisi air terlihat berwarna, memiliki rasa dan berbau. Hal ini terjadi diduga karena selain pembuangan dan penumpukan sampah yang tidak teratur, perumahan yang terlalu padat dan adanya intrusi bahan organik dari septic tank ke sumur karena jaraknya hanya berkisar 6-10 m. Usaha untuk menurunkan kadar logam dan padatan tersuspensi yang terlarut dalam air tanah terus dilakukan. Salah satu alternatif yang digunakan adalah dengan menggunakan zeolit. Hasil analisis air tanah menunjukkan, zeolit mampu menurunkan kadar besi dan mangan dari 0,92 ppm menjadi 0,07 ppm dan dari 0,34 ppm menjadi 0,048 ppm atau sekitar 85-90 %.

Keywords: Zeolit, logam berat, padatan tersuspensi

ABSTRACT

EFFECT OF ZEOLITE ON HEAVY METALS AND DISSOLVED CHEMICAL SUBSTANCES IN THE WATER: CASE STUDY OF STUDENT NEIGHBORHOOD AREA IN DARMAGA, WEST JAVA. Bad sanitation environment on student neighborhood area causes the decreasing of ground water quality, whereas the ground water is the main water source of that area. Physical, chemical, and biological parameters showed that the ground water which consumed are contaminated by organic matters from safety tank, ground particles and heavy metal (Fe and Mn). Fe and Mn rates on the well water are 0,0066-0,1657 mg/l dan 0,035-0,072 mg/l. While Fe and Mn ratea on waste water are 0,2193-0,7102 mg/l dan 1,90-4,70 mg/l. Dissolve solid suspension rate on the ground water and domestic waste water are 0,0066-0,1657 mg/l dan 0,035-0,072 mg/l respectively. Chemically, it was below the permitted limit 0,3 mg/l and 0,1 mg/l, but physically the ground water looks coloured, tested and smell. These may be caused by littering and too crowded neighborhood and organic matter intrusion to the well. One of the alternative to decrease the metal rate and dissolve solid suspension on water ground is using zeolite. Ground water analysis showed that zeolite can decreases the Fe and Mn rates from 0,92 ppm to 0,07 ppm and from 0,34 ppm to 0,048 ppm (around 85-90 %).

Keywords: Zeolite, heavy metals, solid suspension

PENDAHULUAN

Latar belakang

Pencemaran air akhir-akhir ini makin meningkat. Bahan pencemar yang paling banyak terdapat dalam air adalah garam-garam anorganik, bahan organik, padatan tersuspensi, kemasaman dan alkalinitas, buih dan senyawa beracun, dan bakteri penyebab penyakit (patogen).

Penggunaan air tanah untuk air minum bersih di daerah bersanitasi lingkungan buruk biasanya menghadapi kendala utama dalam hal kualitas air. Salah satu contoh daerah yang memiliki air buruk adalah daerah Babakan, Kampus IPB Darmaga. Beberapa ciri sanitasi lingkungan yang buruk di daerah Babakan antara lain: (1) ketidakteraturan sarana pembuangan limbah rumah tangga, (2) penanganan limbah padat (sampah) dan pengangkutan yang tidak terkontrol, (3) pembangunan areal pemukiman di lahan yang relatif sempit, tidak teratur dan padat, (4) jarak *septic tank* berdekatan dengan sumur (6-10 m) dan (5) jumlah penduduk yang terlalu padat. Pengamatan atas sejumlah air sumur di daerah Babakan menunjukkan bahwa air tanah telah berubah sifat menjadi berwarna keruh, berbau dan memiliki rasa. Hal ini diduga air tanah telah terkontaminasi oleh bahan kimia dan logam berat terlarut dalam air tanah.

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan senyawa toksik tersebut, antara lain melalui proses oksidasi yang dilanjutkan dengan pengendapan menggunakan oksidator seperti Cl_2 , KMnO_4 serta ozon. Namun proses tersebut disamping mahal juga memerlukan teknologi canggih. Alternatif yang lebih sederhana adalah dengan menggunakan zeolit karena zeolit memiliki kapasitas tukar kation tinggi (80-180 meq/100 g) sehingga dapat menyerap dan menukar kation-kation yang terlarut dalam air. Selain itu zeolit praktis digunakan dan juga dapat diregenerasi sehingga dapat digunakan secara terus-menerus. Sampai saat ini pemanfaatan zeolit dalam pemurnian air masih terbatas, padahal cadangan zeolit di Indonesia cukup banyak dan belum ditangani secara optimal.

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari dan mengungkapkan kemampuan zeolit

dalam menurunkan kadar bahan kimia terlarut dan logam berat dalam tanah terutama besi (Fe) dan mangan (Mn) sehingga air tanah layak untuk dikonsumsi masyarakat.

Dengan penelitian ini diharapkan zeolit dapat lebih dikenal sebagai bahan penyerap senyawa anorganik pencemar air dan dapat digunakan secara luas bagi masyarakat sehingga dapat membantu dalam meningkatkan kualitas air tanah yang memenuhi syarat air minum melalui penghilangan senyawa toksik dengan menggunakan metode yang sederhana, praktis, ekonomi dan mudah tersedia.

BAHAN DAN METODE

Model peralatan pemanfaatan yang dipergunakan untuk penyaringan air tanah adalah satu seri kolom yang telah diisi dengan butiran zeolit untuk dapat bekerjanya penyerap dan penukar kation zeolit secara perkolasi. Seri ini mempunyai tiga kolom, dan cairan-cairan yang akan diproses ditampung dalam tiga buah drum, yang kemudian dipompakan ke kolom-kolom tersebut (*influent*), sedangkan cairan yang sudah diproses dikeluarkan melalui pipa (*effluent*) yang kemudian ditampung dalam sebuah drum lain. Untuk percobaan dengan air juga ditambahkan ijuk untuk menahan partikel-partikel yang kasar dan lain-lain dari cairan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sanitasi lingkungan

Parameter sanitasi lingkungan yang diamati adalah sumber air, kedalaman sumber air, keberadaan septic tank, jarak antara septic tank dengan sumber air, kondisi air dan penanganan sampah.

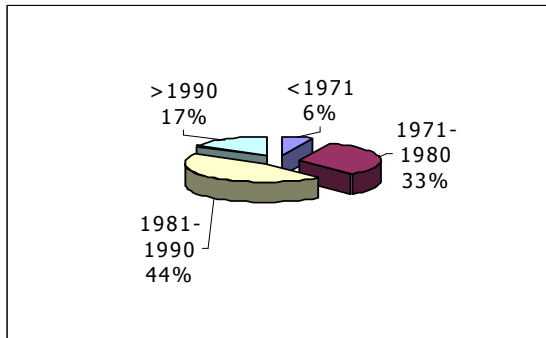
Sumber air

1. Tipe sumber air

Umumnya penduduk Babakan menggunakan sumur sebagai sumber air utama untuk keperluan sehari-hari. Kedalaman sumur yang terdapat di kedua daerah tersebut berkisar antara <5 m sampai dengan kedalaman >10 m. Namun sebagian besar sumur memiliki kedalaman antara 6-10 m.

2. Keberadaan sumur

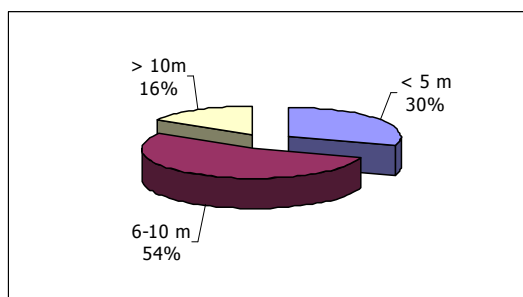
Sebagian besar (45%) sumur dibangun antara tahun 1981-1990. Kondisi ini sejalan dengan semakin tingginya laju pertumbuhan pembangunan areal kost-kostan mahasiswa di Darmaga (Gambar 1).



Gambar 1. Komposisi tahun dibangunnya sumur.

3. Septic tank

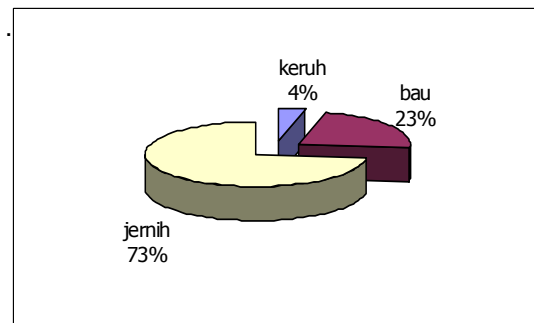
Sebagian besar rumah telah dilengkapi dengan septic tank, namun karena pembangunan areal perumahan tidak teratur dan lahan yang dipergunakan relatif sempit mengakibatkan septic tank yang dibangun hanya berjarak 6-10 m dari air sumur baik dalam satu rumah maupun antar rumah (Gambar 2). Sebanyak 54% septic tank berjarak 6-10 m dari sumur, 16% berjarak >10 m dan 30% berjarak <5 m. Kondisi ini berdampak pada adanya intrusi atau rembesan bahan organik ke air sumur.



Gambar 2. Komposisi jarak antara septic tank dengan sumur

4. pemanfaatan dan kondisi sumur

Hasil penelitian menunjukkan 23% kondisi air telah berubah warna menjadi keruh, 4% bau dan 73% masih jernih. Meskipun persentasi air jernih lebih besar namun perlu diwaspadai akan adanya rembesan bahan organik dari septic tank (Gambar 3).



Gambar 3. Kondisi air sumur

Pengaruh kondisi fisik lingkungan terhadap air tanah

Parameter fisik air

Penumpukan sampah terjadi dimana-mana yang cenderung menambah beban pencemaran air tanah. Sebagian besar masyarakat (40%) tidak memiliki tempat pembuangan sampah sendiri. Umumnya sampah dimasukkan ke dalam plastik kemudian ditimbun di tempat sampah di tepi jalan. Kondisi ini berdampak pada perubahan parameter kualitas air antara lain: suhu, daya hantar listrik (DHL) dan padatan tersuspensi. Suhu air, DHL dan padatan tersuspensi pada

Tabel 1. Data kualitas air daerah Babakan, Kampus IPB, Bogor

Gambar 1. Data kualitas air sumber Babakan Babakan N. D, Deger.				
No.	Parameter Uji	Satuan	Lokasi Pengambilan Air Sumur	
			Babakan Raya	Babakan Tengah
Fisika				
1.	Suhu	°C	26	28
2.	Daya hantar listrik (DHL)	μS/cm	220	210
3.	Padatan tersuspensi	mg/l	24	22
Kimia				
1.	pH	-	5.2	4.5
2.	BOD	mg/l	1.5	7.5
3.	Besi	mg/l	0.1657	0.0236
4.	Mangan	mg/l	0.053	0.035
Biologis (mikrobiologis)				
	<i>Escherichia coli</i>	sel/ml	30	930

air sumur diperoleh berturut-turut 26-28°C, 210-220 μS/cm, 22-24 mg/l. Data ini menunjukkan bahwa suhu air, DHL dan padatan tersuspensi masih memenuhi syarat baku mutu air.

Parameter kimia air

Nilai pH air contoh adalah 4,5-5,2. Menurut standar baku mutu air pH air minum berada pada kisaran 5-9. Ini menunjukkan bahwa pH air sumur Babakan relatif masam.

Kandungan besi air sumur berkisar 0,066-0,1657 mg/l. Nilai ini masih di bawah standar baku mutu air (0,3) mg/l. Namun dalam jangka panjang akan berdampak pada kesehatan manusia. Kandungan besi ini dapat menimbulkan rasa pahit pada air dan warna air menjadi agak kemerahan dan menimbulkan endapan pada pipa dan bahan cucian.

Kandungan mangan berkisar 0,035-0,072 mg/l. Nilai ini masih berada di bawah standar baku mutu air (0,1) tetapi sudah berdampak rasa pahit dan warnanya menjadi agak kecoklatan.

Parameter biologis kualitas air

Umumnya air sumur telah mengandung bakteri *Escherichia coli* sebanyak 30-930 sel/ml. Banyaknya jumlah bakteri ini juga diduga karena terlalu dekatnya jarak antara septic tank dan sumur.

Proses Penyerapan Bahan Kimia Terlarut dan Logam Berat dalam Air Tanah dengan Zeolit

Contoh air diambil dari air sumur di lokasi Babakan Raya dan Babakan Tengah. Ukuran zeolit yang digunakan adalah 2-5 mm. Diusahakan tidak ada fraksi halus dalam zeolit agar zeolit halus tersebut tidak masuk ke dalam air. Agar lebih aman air endapkan dahulu di dalam bak pengendapan. Proses penjernihan air secara garis besar terdiri dari (1) proses pemisahan air dari partikel padat, (2) pemisahan ion dari bahan-bahan terlarut, (3) sterilisasi dari kuman-kuman penyakit, (4) peningkatan pH agar sesuai dengan standar air.

Ada 3 bak yang dirancang untuk penjernihan air. Air yang masuk ke bak I melewati dinding bagian bawah kemudian masuk ke bak II dan seterusnya air keluar menuju bak III melalui dinding bawah. Kemudian air dipompakan ke atas untuk diolah lebih lanjut di dalam tiga buah kolom yang telah diisi zeolit. Zeolit dimasukkan ke dalam kolom-kolom tersebut yang bercampur dengan air tanah yang akan disaring. Air yang keluar kemudian ditampung dalam sebuah drum yang telah disiapkan dan air tersebut siap didistribusikan ke konsumen setelah pH-nya memenuhi

Tabel 2. Hasil penyaringan air dengan menggunakan zeolit pada air minum

No.	Parameter (ppm)	Air Pompa (fresh)	Air Saringan (ppm)	Standar Air Minum ¹⁾ (ppm)
1.	Fe (besi)	0.92	tidak terdeteksi	0.3
2.	Mn (mangan)	0.34	0.048	0.1
3.	Ca (kalsium)	9.91	27.20	75 (Ca yang dianjurkan) 200 (Ca yang diperbolehkan)
4.	Mg (magnesium)	14.37	14.00	30 (Mg yang dianjurkan) 150 (Mg yang diperbolehkan)
5.	SO ₄ ⁻² (sulfat)	42.6	2.00	400
6.	NO ₃ -N (nitrat)	0.73	-	0.59
7.	NO ₂ -N (nitrit)	0.095	-	0.17
8.	NH ₄ ⁺ (ammonium)	0.006	-	0.007

¹⁾ Standar Air minum Dep. Kesehatan RI dan KLH

syarat. Peran zeolit diduga dapat meningkatkan pH air karena bahan-bahan terlarut umumnya menyebabkan kemasaman air.

Zeolit sebagai bahan penyerap kation

Zeolit mampu menurunkan konsentrasi besi dari 0,92 ppm menjadi tidak terdeteksi sehingga memenuhi syarat air minum. Mangan konsentrasinya terlihat menurun dari 0,3 ppm menjadi 0,1 ppm. Demikian halnya dengan anion sulfat juga mengalami penurunan. Kation lain seperti Ca meningkat dari 9,94 ppm menjadi 27,20 ppm dan Mg dari 14,37 ppm menjadi 14,00 ppm. Kadar Ca dan Mg pada air tanah ini meningkat mendekati kadar standar air minum yang dianjurkan. Peningkatan kadar Ca dan Mg ini diduga karena adanya pertukaran kation dari zeolit dengan kation lainnya, karena susunan kation yang dapat dipertukarkan pada zeolit tergantung pada komposisi mineral. Mg yang dapat dipertukarkan adalah kation yang paling sedikit diantara basa yang dapat dipertukarkan. Umumnya zeolit mengandung kation-kation alkali seperti kalium dan natrium dan alkali tanah terutama kalsium. Diantara molekul-molekul polar, zeolit sangat reaktif menyerap ion amonium atau gas amoniak karena diameter rongga-rongga dalam zeolit yang besarnya sekitar 0,22 nm sesuai dengan ukuran ion amonium.

Data ini menunjukkan bahwa zeolit mampu menurunkan kadar Fe dan Mn dalam air pompa sebesar >75%. Kemampuan adsorpsi zeolit diakibatkan selektifitas zeolit terhadap logam berat yaitu: Ba²⁺ > Pb²⁺ > Cd²⁺ > Zn²⁺ > Cu²⁺. Zeolit dapat

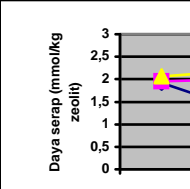
menghilangkan molekul mikro dari air karena zeolit akan bersifat adsorban hidrofobik dalam air dan memiliki saluran 3 dimensi yang mampu menyerap molekul berdiameter 0,6 nm.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengukuran terhadap parameter fisika, kimia dan biologi dapat diketahui kualitas air sumur memiliki nilai untuk daya hantar listrik 90-220; padatan tersuspensi 8-24 mg/l; besi (Fe) 0,0066-0,1657 mg/l; mangan (Mn) 0,0350,072 mg/l; pH 4,5-6,9; *Escherichia coli* 30-930 sel/ml.
2. Pemberian zeolit sebesar 1% mampu menurunkan kadar Fe dan Mn sekitar 85-90% dalam air tanah yang tercemar hingga memenuhi standar baku mutu air minum.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anwar K. P., Yahya Nugraha dan Kurnia. 1985. Prospek Pemakaian Zeolit Bayah sebagai Penukar Kation. Dirjen Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Teknologi Mineral.
2. Effendi, H. 2000. Telaahan Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Fakultas Perikanan.
3. Mumpton, F. A. 1984. Development of Uses for Natural Zeolites: A Critical Commentary. Di dalam: D. Kallo dan H.S. Sherry, editor. Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites. Akademiai Kiado, Budapest. p 333-366.



4. Nadiadipoera, T. 1990. Bahan Galian Industri di Indonesia. Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung
5. Peraturan Daerah (Perda). 1991. SK Gubernur kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat No. 38 Tahun 1991. Peruntukan Air dan Baku Mutu pada Sumber Air di Jawa Barat. Jawa Barat.
6. Suwardi. 1999. Penggunaan Zeolit sebagai Bahan Penjernih Air Baku Minum. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
7. Syarip, A. W. 2001. Zeolit atau Pasir Hijau Penyerap Besi dan Mangan dalam Air Minum/Limbah. Teknik Kimia Undip. <http://www.Yahoo.com>. [17 April 2002].